

## **BIOBUTANOLS**

**- kā viens no nākotnes alternatīvo degvielu veidiem.**  
PĒTĪJUMS PAR EFEKTIVITĀTI UN IEVIEŠANAS IESPĒJĀM LATVIJĀ,  
SASKAŅĀ AR ES DIREKTĪVAS – 2009/28/EK IEVIRZI

Autori: **Arnis KALNIŅŠ** - Dr. habil. oec., akadēmiķis  
**Aivars NĀTRE** – dipl. inž.

**Rīga,  
2009**

## Saturs

|  | Lpp. |
|--|------|
| Ievads .....   | 3    |
| 1. Biobutanola īpašības, salīdzinājumā ar citiem pirmās un otrās paaudzes biodegvielas veidiem .....   | 4    |
| 2. Biobutanols – kā alternatīva motoru degviela. Tās iespējamā pielietojamības efektivitāte .....  | 5    |
| 3. Biobutanola ražošanas paņēmieni un tehnoloģijas .....   | 7    |
| 4. Biobutanola pirmo ražotņu (Lielbritānija, ASV, Krievija) pieredzes apkopojums un pašreizējie rezultāti .....  | 9    |
| 5. Prognozējamās ražošanas izmaksas .....  | 11   |
| 6. Biobutanola izejvielu apraksts un to pieejamība Latvijā. Biobutanola ražošanas iespējas Latvijā (ieskaitot ģeogrāfiskās atrašanās vietas analīzi) ..... | 14   |
| 7. Biobutanola ražošanas potenciālais piensums Latvijas ekonomikai .....   | 18   |
| 8. ES Direktīvas 2009/28/EK prasību izvērtējums biobutanola ražotājiem un pārdevējiem .....  | 20   |
| 9. Secinājumi un priekšlikumi .....  | 21   |
| 10. Izmantotās literatūras saraksts .....  | 23   |

## Ievads

Pēdējos gados paātrināta bioenerģētikas attīstība ir kļuvusi ne tikai par Latvijas ikdienu, bet jau par globālu tendenci. Arī Latvijā pašreiz apgūst un izmanto četrus biodegvielu veidus: bioetanolu (lieto kā piedevu autobenzīnam), rapša eļļu (izmanto tīrā veidā nedaudz modificētos dīzeļmotoros) rapša eļļas metilēsteri jeb “biodīzeļdegvielu” (piedeva dīzeļdegvielai) un biogāzi.

Pirmās ģenerācijas biodegvielas – biodīzeļdegviela un bioetanols ir kā celmlauži, lai nākotnē komerciāli ieviestos otrās ģenerācijas degvielas. Taču pirmās paaudzes biodegvielu ražošanai nākotnē var pietrūkt izejvielas, lai neapdraudētu pārtikas līdzekļu ražošanu sakarā ar iedzīvotāju skaita būtisku palielināšanos vidējā un tālākā perspektīvā. Pirmās paaudzes biodegvielām nav tādas potenciālās iespējas turpmāk nodrošināt vēl augstāku biodegvielas daļu kopējā degvielas patēriņā transporta sektorā. Biodegvielu ražošanas apjomu var palielināt tālāk attīstot otrās paaudzes biodegvielas, jo to ieguvei var izmantot plašāku izejvielu klāstu un arī tās kvalitāte paaugstinās salīdzinot ar pirmās paaudzes biodegvielām.

Jaunu biodegvielu ienākšanu sekmē arī biotehnoloģiju straujā attīstība. Biotehnoloģiju attīstības progress enerģētikas jomā “vakardienas atkritumus” ir iecēlis primāro energoresursu kārtā. Praktiski no visas biomasas un arī bioloģiski noārdāmiem sadzīves atkritumiem ar efektīvo enzīmu palīdzību var ražot kvalitatīvus fosilās motoru degvielas aizstājējus.

Biotehnoloģiju strauja attīstība enerģētikas vajadzībām notiek ASV, Lielbritānijā, Krievijā un citās pasaules valstīs ar mērķi kā lētāk un efektīvāk izmantot zaļā pieauguma biomasu, tanī skaitā celulozi un lignocelulozi saturošo biomasu (koksne, salmi u.c.), lai radītu jaunus alternatīvo degvielu veidus, kuri daļēji vai pilnībā varētu aizstāt fosilās degvielu veidus. Pētījumu un praktiskās ieviešanas process jau ir pavirzījies tik tālu, ka koncerns *Shell* un amerikāņu kompānija *Virent Energy Systems Inc* ir paziņojušas par sadarbības uzsākšanu pie zinātniski pētnieciskās programmas, lai radītu alternatīvu autobenzīnu un maisījuma komponentes no cukurus un stērķeli saturošas biomasas.

Tāda sadarbība var radīt pilnīgi jaunas kvalitātes biodegvielas, kuras ar fosilo degvielu varēs jaukt jebkurās proporcijās, kā arī izmantot nepārveidotos motoros tīrā veidā. Nebūs vajadzība pēc speciāli aprīkotām degvielas uzpildes stacijām un citas degvielas glabāšanas infrastruktūras.

Šī darba mērķis ir sniegt apkopotu informāciju par vēl vienas spirtu grupas alternatīvās degvielas veidu – **biobutanolu**, kuru tāpat kā bioetanolu iegūst rūgšanas procesa tehnoloģijās. Biobutanolam ir pievērsta liela uzmanība no tā viedokļa, ka, tas, salīdzinājumā ar bioetanolu pēc savām fizikāli – ķīmiskajām un lietošanas īpašībām ir krietni tuvāks autobenzīnam un drošāk lietojams. Tā ieguves tehnoloģijas, salīdzinot ar bioetanolu ir vienkāršākas un izejvielu izmantošana nenoslogo pārtikas bilanci. Tāpat tās raksturojas ar augstu lietderību no ilgtspējas un vides aizsardzības viedokļa.

Vienlaikus jāatzīmē, ka vēl trūkst pilnīgas tehnoloģijas biobutanola, ražošanā, kuras būtu komerciāli konkurētspējīgas kopējā degvielas tirgū. Nepieciešami turpmāki pilnveidojumi tehnoloģijās, virzīšanās no izmēģinājumiem laboratorijas stendos un pilotiekārtām uz demonstrācijas ražotņu izveidi.

Biobutanola ražošana, uzglabāšana un izmantošana pilnībā sasaucas ar ES Direktīvas 2009/28/EK nostādnēm.

## 1. Biobutanola īpašības, salīdzinājumā ar citiem pirmās un otrās paaudzes biodegvielu veidiem

Biobutanols (butilspirts - butanols), kura molekula satur 4 oglekļa atomus –  $C_4H_9OH$  – ir bezkrāsains šķidrums ar tam raksturīgo sīveļļas smaržu. Bez butanola spirtu saimei pieskaitāmi:

- metanols – 1 oglekļa atoms –  $CH_3OH$ ;
- etanols – 2 oglekļa atomi –  $C_2H_5OH$ ;
- propanols – 3 oglekļa atomi –  $C_3H_7OH$ .

Ar terminu “Biobutanols” saprotam butilspirtu, kurš iegūts no augu valsts izejvielām, lauksaimniecības un mežsaimniecības izcelsmes biomasas. Biobutanolam un butanolam ir pilnīgi vienāds ķīmiskais sastāvs un fiziskās īpašības, mainīgas ir tikai iegūšanas metodes un izejvielu klāsts. Tālāk tekstā tiks lietoti abi šie termini.

Biobutanolu pielieto kā šķīdinātāju laku un krāsu rūpniecībā, plastifikatoru ražošanā, kā arī daudzu organisko savienojumu sintēzē. Pielieto kā motoru degvielas piedevu vai kā patstāvīgu alternatīvu degvielai.

Dažādu benzīna aizvietoju biodegvielu fizikālo īpašību salīdzinājums sniegts 1.tabulā. Šie dati pieejami vispārējā datu bāzē.

1.tabula

### Biodegvielu fizikālo īpašību salīdzinājums

| Nr.p.k. | Biodegvielas nosaukums | Enerģijas blīvums (MJ/litrā) | Gaisa – enerģijas skaitlis | Specifiskā enerģija (MJ/kg air) | Iztvai-košanas siltums (MJ/kg) | RON <sup>1</sup> | MON <sup>2</sup> |
|---------|------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 1       | Benzīns                | 32,0                         | 14,6                       | 2,9                             | 0,36                           | 91-99            | 81-89            |
| 2       | Biobutanols            | 29,2                         | 11,2                       | 3,2                             | 0,43                           | 96               | 78               |
| 3       | Bioetanols             | 19,6                         | 9,0                        | 3,0                             | 0,92                           | 130              | 96               |
| 4       | Biometanols            | 16,0                         | 6,5                        | 3,1                             | 1,20                           | 136              | 104              |

<sup>1)</sup> RON – Oktānskaitlis pēc zinātniski pētnieciskās metodes <sup>2)</sup> MON – Oktānskaitlis pēc motoru metodes

Nedaudz atšķirīgus datus par atsevišķu biodegvielu enerģijas blīvumu sniedz ES Direktīva 2009/28/EK (sk.2.tabulu). Biobutanola energoietilpība pēc tilpuma tiek vērtēta ar 27 MJ/l, kas ir apmēram par 15% zemāka nekā fosilajai degvielai – aizvietojamam benzīnam. Taču tajā pašā laikā biobutanola energoietilpība ir par 28-29 % augstāka nekā bioetanolam, kas iegūts no graudiem, kukurūzas, cukurbietēm, cukurniedrēm. Tā ir biobutanola svarīgākā priekšrocība, tas ir, lielāks enerģijas blīvums. Bioetanols veido gandrīz tikai divas trešdaļas no benzīna, bet biobutanols jau 85-90% no benzīna energoietilpības.

Pēc citiem datiem tiek uzrādītas arī nedaudz atšķirīgas atzīmes (*Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.- savā izdevumā - Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse. FNR, 2009. S.99*):

- 1 litrs biobutanola = 29,2 MJ, t.i., kā 1.tabulā (par 9% zemāka nekā benzīnam, bet par 39% augstāka nekā bioetanolam)
- Īpatnējais svars: 1 litrs biobutanola = 0,81 kg
- 1 litrs biobutanola aizvieto 0,9 l benzīna.

Tikai salīdzinoši ar bioetanolu, biobutanolam ir zemāks oktānskaitlis (biobutanolam tas ir 96 un bioetanolam 130) un augstāka viskozitāte.

2.tabula

### Transporta degvielas energoietilpība

*/avots: Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2009/28/EK. III pielikums/*

| Degviela   | Energoietilpība pēc masas (zemākā siltumspēja, MJ/kg) | Energoietilpība pēc tilpuma (zemākā siltumspēja, MJ/l) |
|--|---|--|
| Biobutanols (no biomasas iegūts butanols, ko paredzēts izmantot kā degvielu)   | 33  | 27   |
| Bioetanols (no biomasas iegūts metanols)   | 27  | 21   |
| Benzīns  | 43  | 32   |
| Biodīzeļdegviela (no augu vai dzīvnieku izcelsmes taukiem iegūts metilēsteris, kas ir līdzvērtīgs dīzeļdegvielai un kuru paredzēts izmantot kā biodegvielu)  | 37  | 33   |
| Tīra augu eļļa (nerafinēta vai rafinēta, ķīmiski nemodificēta eļļa, ko spiežot, ekstrahējot vai ar līdzvērtīgu paņēmieni iegūst no eļļas augiem, ja tā ir piemērota izmantojamo motoru tipam un ja tā atbilst emisijas prasībām) | 37  | 34   |
| Hidrogenēta augu eļļa (augu eļļa, kas termokīmiski apstrādāta ar ūdeņradi)   | 44  | 34   |
| Fišera-Tropša sintēzes dīzeļdegviela (no biomasas iegūts sintētiskais ogļūdeņradis vai sintētisko ogļūdeņražu maisījums)   | 44  | 34   |
| Dīzeļdegviela  | 43  | 36   |

## 2. Biobutanols – kā alternatīva motoru degviela. Tās iespējamā pielietojamības efektivitāte

Biobutanola ieguvī un izmantošanu var uzskatīt kā nākošo perspektīvo etapu valsts biodegvielu sektora attīstībā. Bioetanols ir tikai piedeva, bet biobutanols var būt arī kā pilnvērtīga alternatīva fosilajai degvielai, ražojama no atjaunojamiem energoresursiem.

Biobutanols, pateicoties savām fizikālajām īpašībām un arī izmantošanas drošumam, var tikt izmantots kā daļējs vai pilnīgs benzīna (vai arī benzīna un bioetanola sajaukuma) aizstājējs šīsdienu automobiļos bez motoru pārveides (protams, ar auto ražotāju piekrišanu). Sadegot motora cilindros, biobutanols izdala par 25% vairāk enerģijas nekā bioetanols un tuvu pat neetilēta benzīna enerģijas līmenim.

Pārejot no vasaras degvielas uz ziemas degvielas sastāvu, tā sastāvā nav jāveic izmaiņas.

Biobutanola skaidri izteikta priekšrocība ir tajā apstākļi, tam ir zemāks tvaika spiediens (biobutanolam – 5,6 hPa, bet bioetanolam – 58,5 hPa) un augstāks uzliesmošanas punkts (biobutanolam – 36 °C, bet bioetanolam – 12 °C) attiecībā uz

ugunsdrošību. Eiropas Savienībā degvielām, ko lieto transportlīdzekļos ar dzirksteļizdedzes dzinēju, noteiktās vides specifiskācijas paredz maksimālo vērtību tvaika spiedienam vasaras periodā 60,0 kPa vai 600,0 hPa.

Sakarā ar biobutanolu labākām īpašībām nekā bioetanola, biobutanolu var pievienot benzīnam līdz 16% no kopējā degvielas patēriņa (benzīns+biobutanol) pie esošiem motoriem bez to pārkārtošanas (pie skābekļa satura maksimālās robežvērtības 3,7%). Informatīvie dati norāda, ka biobutanolu var dot 10 % maisījumā ar benzīnu Eiropā un ASV 11,5% apjomā pēc tilpuma parastajos standarta automobiļos. Biobutanolu piemaisījums 16% apmērā ir ekvivalents pēc skābekļa etalona piemaisījumam 10% apmērā pie benzīna.

Biobutanolu var tieši aizstāt fosilo degvielu arī 100% apmērā bez transporta līdzekļu modifikācijas, kamēr bioetanolu var būt piemaisījumā 85% apjomā benzīnam, bet attiecīgi pārkārtotos motoros (FFV = Flexible Fuel Vehicle).

Biobutanolu var tikt lietots arī maisījumā ar dīzeļdegvielu un biodīzeļdegvielu.

Biobutanolu sastāvā nav ūdens, to nevar dzert. Salīdzinot ar bioetanola mazāk korozīvs pret metālu, tāpēc tā uzglabāšanu un sadali var organizēt caur esošo degvielas uzpildes staciju tīklu. Arī pie augstas koncentrācijas nenotiek degvielas un sadales sistēmas alumīnija un polimēra komponentu bojāšanās. Biobutanolu var transportēt pa esošajiem naftas produktu sadales tīkla metāla cauruļvadiem.

Biobutanolu izmantošanai ir derīga esošā degvielas transportēšanas un sadales infrastruktūra, tajā skaitā arī degvielas staciju uzpildes tīkls. Biobutanolu var ātri pievienot benzīnam, nav vajadzības šim nolūkam lielas jaunas infrastruktūras. Biobutanolu ir mazāk bīstams nekā bioetanolu.

Biobutanolu sajaukums ar benzīnu ir mazāk hidroskopisks nekā bioetanola sajaukums ar benzīnu. Bioetanolu piesaista kondensātu, kas gaisa temperatūras svārstību ietekmē uzkrājas autodegvielas tvertnē.

Pateicoties nelielam iztvaikojošo gāzu spiedienam (tas mazāks kā benzīnam) biobutanolu viegli sajaucams ar benzīnu un dīzeļdegvielu un neizgulsnējas pat tad, ja degvielā iekļuvis ūdens. Biobutanolu nesajaucas ar ūdeni.

Motoru gāzu izmeši praktiski nesatur sēra un slāpekļa oksīdus, aromātiskos ogļūdeņražus un CO<sub>2</sub>. Biobutanolu izmešu ziņā pielīdzināms bioetanola. Biobutanolu 16% maisījumā ar benzīnu divreiz vairāk samazina siltumnīcefekta gāzu emisiju nekā 10% bioetanola pievienojums benzīnam. No ekoloģiskā viedokļa – būtisks papildinājums.

Bioetanola pievienošana benzīnam paaugstina tvaika spiedienu. Tvaika spiediena par 10 kPa pieaugums kopumā paaugstina gaistošo organisko savienojumu emisijas aptuveni par 1%. Eiropas Parlamenta Rūpniecības, pētniecības un enerģētikas komisija savā Atzinumā (12.07.2007; 2007/0019 COD) norāda, ka benzīna maisījumu tvaika spiediens ir jākontrolē, lai ierobežotu gaisa piesārņotāju emisijas. Tā rezultātā palielinātos piesārņojošo tvaiku emisijas, kas veicinātu ziemas ozona piesārņojumu un var izraisīt priekšlaicīgu to cilvēku nāvi, kas sirgst ar elpošanas un sirds problēmām.

Papildus teiktajam biobutanolu īpašības un pielietojamība kā motoru degviela transportlīdzekļos tiek arī turpmāk vēl plašāk testēta ražošanas pilotiekārtu un demonstrācijas uzņēmumu darbības laikā.

Biobutanolu novērš dažus trūkumus, kas piemīt bioetanola. Taču biobutanolu nav kā tiešs konkurents bioetanola rūpniecām. Bioetanola rūpniecību var tālāk pārveidot par

biobutanola fabriku. Bioetanolu un biobutanolu var maisīt, sajaukt. Tādējādi arī bioetanolu var vairāk izmantot.

Biobutanolu var izmantot degvielas elementos kā izejvielu ūdeņraža ieguvei.

### 3. Biobutanola ražošanas paņēmieni un tehnoloģijas

Biobutanola rūpnieciskā ieguve sākās 1916. gadā. Tad izmantoja tā saucamo A.B.E. fermentācijas metodi (acetons, butanols, etanols – A.B.E.) ar baktērijas *Clostridium acetobutylicum* pielietošanu. Šo mikroorganismu, kurš producē acetonu, pirmais ieguva Haims Veicmans (Haim Weizmann) – ASV patents Nr. 1315585. Pirmā Pasaules kara laikā Anglija griezās pie jaunā mikrobiologa ar lūgumu nodot tai acetona ražošanas tiesības, lai no tā tālākā pārstrādes gaitā ražotu kordītu – bezdūmu pulveri. Šis ražošanas process darbojās līdz pat 1920–mitajiem gadiem un vienīgi acetona iegūšanai. Butanols toreiz bija blakusprodukts, bet ar divreiz lielāku iznākumu nekā acetonom. Pēc kāda laika atrada, ka butanolu lieliski var izmantot krāsu un laku rūpniecībā ātri žūstošās lakas izgatavošanā. Pēc 3 gadiem butanola pielietojums kardināli izmainīja automobiļu rūpniecības tirgu un jau ap 1927.gadu par galveno A.B.E. procesa produktu kļuva butanols, bet acetons – kā blakusprodukts. Otrā Pasaules kara laikā butanolu izmantoja galvenokārt sintētiskā kaučuka ražošanai.

Tādā veidā līdz pat 1950–mitajiem gadiem butanolu ražoja no kukurūzas fermentācijas iekārtās ar jau pieminētās baktērijas *Clostridium acetobutylicum* palīdzību. Minētā baktērija producēja 15 gramus butanola uz 1 litru ūdens. Tātad, tas pēc šīs dienas leksikoloģijas jau toreiz bija – biobutanols. Ražošanas procesā ieguva acetonu, butanolu, etanolu (pieminētais A.B.E. process). Blakusprodukti bija ūdeņradis, izopropanols, skābeņskābe, pienskābe un citi maznozīmīgāki produkti.

Ražošanas procesā kā nozīmīgākais uzdevums bija visu augstākminēto produktu (vielu) savstarpējā nodalīšana, jo tas saistījās ar biobutanola pašizmaksas jautājumiem.

No 1954.gada, kad naftas cena kļuva zemāka par cukura cenu (ASV zaudē Kubas cukura tirgu) beidzās butanola ieguve ar fermentācijas paņēmieni. Butanolu līdz šai dienai iegūst no naftas produktiem ar labi atstrādātu tehnoloģiju palīdzību.

Pēdējos 10 gados vairākos zinātniskos centros un universitātēs uzsākti samērā plaši un cerīgi biotehnoloģijas pētījumi par biobutanola iegūšanu no biomasas. Palielinās konkurence. Mērķis – tālāk uzlabot biobutanola ražošanā izmantojamo konvenciālo ceļu – fermentācijas, raudzēšanas procesu. Procesu apzīmē kā biosintētisku. Te ir daudzi aizsākumi, lai biobutanolu ražotu efektīvāk, tajā skaitā arī lielražošanai nepieciešamo raugu iegūšanai.

Biobutanola ražošanas process prasa tālāku optimizēšanu, lai mikroorganismi efektīvāk iedarbotos uz izejvielas vielmaiņu. Jeb mikroorganismi ģenētiski jāpārveido, lai paaugstinātu biobutanola iznākumu, lai raugs pārveidotu vairākus izejvielā saturošos cukurus.

Šajā procesā sāk iesaistīties lielās naftas ieguves un fosilās degvielas ražošanas un distribūcijas kompānijas. Šeit mērķis ir, lai nākotnē piedāvātu ne tikai kompānijā saražoto benzīnu, bet attīstot arī biobutanola ražošanas jaudas un piedāvājot patērētājiem dažādus benzīna un biobutanola maisījumus, izmantojot esošo degvielas uzpildes staciju tīklu.

Biobutanolu iegūst :

1/ pārstrādājot cukurus, cieti vai augu zaļo masu, iegūstot, tā saucamās, pirmās pakāpes biobutanolu. Te ir derīgas līdzīgas izejvielas, kādas izmanto bioetanola ražošanā – cukurniedres, cukurbietes, kukurūza, kvieši, Cassava un citas, kas nosaka tā globālās paplašināšanas iespējas;

2/ pārstrādājot augu celulozi, tajā skaitā arī no mežizstrādes vai koksnes pārstrādes atliekām (celulozes sašķelšana + raudzēšana), iegūstot, tā saucamās otrās pakāpes biobutanolu. Te derīgas arī augsti energoietilpīgās kultūras, kā *Miscanthus* un citas.

Tātad, biobutanola ieguves iespējas ir plašas.

Spriežot pēc pētījumu un pilotiekārtu darbības rezultātiem, var teikt, ka komerciālai ražošanai vairāk ir pietuvojusies pirmās pakāpes biobutanola ražošanas metode un šim paņēmienam vairāk piemērotām izejvielām. Šādas tehnoloģijas pārnese Latvijas apstākļos būtu visai pamatota.

Tagad, jaunā biobutanola iegūšanas metode, kura sāk tikai attīstīties, balstīsies uz modificētas baktērijas štammu ar nosaukumu *Clostridium beijerinckii*. Tās atklājējs Ilinoisas (ASV) universitātes pārtikas mikrobioloģijas profesors Hans Bleiškis (Hans Blaschek), kurš darbojas firmas *Environmental Energy Inc* ietvaros. Firmai izdots ASV patents Nr.5753474. Baktērija bioreaktorā attīstās uz poliefīra šķiedrām, ražojot līdz 30 gramu biobutanola uz litru ūdens. Tātad, 2 reizes ražīgāka par iepriekšējās paaudzes mikroorganismu.

Kopējais ražošanas process, kuru beidz izveidot firma *Environmental Energy Inc*. biobutanola ieguvei no mežsaimniecības un lauksaimniecības izcelsmes biomasas un atkritumiem ietver sekojošus 4 etapus:

- bioreaktorā ievadāmās biomasas pirmatnējā apstrāde, kura sagrauj šūnu apvalku struktūru un neitralizē lignīnu;
- celulozes un hemicelulozes hidrolīze līdz parastajiem cukuriem, izmantojot enzīmus;
- parasto cukuru pārvēršana ( fermentācija) butanolā, izmantojot tīrkultūras *Clostridium beijerinckii P206* anaerobās baktērijas;
- butanola ieguve.

Procesa unikalitāte raksturojās ar to, ka pēdējie 3 etapi ir savietoti un norit vienā bioreaktorā. Process ir patentēts.

Ieskatam par ražošanas izmaksām varam sniegt šādu piemēru: anaerobā acetonebutīl rūgšanas procesā no 1 ha kartupeļu (vidējā raža ap 35 t) var iegūt 12 t biobutanola; 4 t acetona, 875 m<sup>3</sup> bioūdeņraža un citus produktus. Pārstrādājot cukurbietes biobutanola iznākums ir par 20 - 30% lielāks.

Frankfurtes pie Mainas Universitātes profesors, Dr.Eckhard Boles kopā ar Dr.Gunteru Festelu (Šveices firma *BUTALCO*) mēģina ar sintētiskās bioloģijas metodēm radīt mākslīgos baktēriju ģēnus, kuri labāk derētu raugu veidā biobutanola ražošanā no augkopības atliekām. *BUTALCO* 2009.gada augustā ziņoja, ka rasts labāks risinājums bioetanola un biobutanola ieguvei no lignocelulozes. Jaunā tehnoloģija balstās uz ģenētiski modificētiem raugiem (*Saccharomyces cerevisiae*), aizvietojojt esošos raugus C5-Zucker (*Xylose* un *Arabinose*). Rezultātā biodegvielas iznākums palielinās un izmaksas veidojas konkurētspējīgas ar konvenciālām degvielām un šīsdienas



biodegvielām. Tālāk jaunie konstruētie raugi jānovēd līdz industrijai pieņemamiem risinājumiem.

Jau pieminētais profesors Eckhard Boles ir optimists un iezīmē šādu realitāti nākotnē: „Degvielas avoti vairs nav lielo naftas koncernu rokās. Lauku saimnieks varēs nopirkt mazu biobutanola reaktoru un tīrumā augošo augu atliekas pārstrādāt ar raugu palīdzību. Tādējādi lauku saimniecība kļūs līdzīga kā degvielas uzpildes stacija. Un ar atraktīvām cenām pie saimnieka degvielas pildnes – 20 centiem par litru.” (Der Spiegel, 18. August 2008). 20 centu robežu E.Boles sola sasniegt divu gadu laikā pēc pilota ražotnes izveidošanas, bet tirgū ieiet pēc 5 gadiem, bet ar biobutanolu par 20 centiem/l kļūtu konkurētspējīgs benzīnam pēc 10-15 gadiem.

Biobutanola ražošanas procesā izdalās ūdeņradis, kuru var izmantot citos degvielu sintēzes procesos.

Biobutanolam ir daudz sinerģisku īpašību ar bioetanolu. Esošās bioetanola ražošanas jaudas var rentabli modernizēt biobutanola ražošanai (nepieciešamas tikai nelielas izmaiņas fermentācijas procesā un destilēšanas procesā). Sakarā ar to, ka biobutanolu ir vieglāk atdalīt no raudzējamās masas, tas ir mazāk energoietilpīgs process nekā bioetanola gadījumā (destilācija prasa vairāk enerģijas).

\*\*\*

No naftas produktiem iegūtā un patērētā butanola apjoms pasaules tirgos pēc 2007.g. datiem bija 2,5 milj. t, no tiem 46% attiecināmi uz Āzijas valstu tirgiem, 24% uz ASV un 20% uz Eiropu. Naftas butanola patēriņa apjoms 2012. gadam prognozējams 4,0 milj. t apjomā. Lai pieprasījumu apmierinātu visos pasaules reģionos tiks celtas jaunas ķīmiskās – naftas pārstrādes rūpnīcas butanola ražošanai.

Par biobutanola līniju nopietns piedāvājums un pieprasījums vēl nav izveidojies. Process ir zinātniski – praktisko pētījumu un pilotaražotņu izveides līmenī. Pēc pieejamās informācijas secinām, ka visnopietnāk pie šī jautājuma ir ķērušās ASV, Lielbritānijas un Krievijas firmas.

#### 4. Biobutanola pirmo ražotņu (Lielbritānija, ASV, Krievija) pieredzes apkopojums un pašreizējie rezultāti

##### **ASV – Lielbritānija.**

*BP (British Petroleum)* kopējā sadarbībā ar Kalifornijas universitāti (*University of California in Berkeley*) pēdējos desmit gados ir ieguldījuši ap 500 miljonus dolāru, lai paātrinātu tādu biodegvielas veidu kā biobutanola izstrādi. 2006.gadā tika izveidota partnerība ar *DuPont* biotehnoloģijas nodaļu, lai izveidotu labāku biobutanola ieguves tehnoloģiju.

**Pirmais** posms. Pirmo biobutanola ražotni testēšanas veikšanai Eiropā 2007.gada jūnijā Lielbritānijā izveidoja *BP* un *DuPont* kopā ar *British Sugar*. Šo produktu dēvē par *Butamax Advanced Biofuels*. Tas tika testēts ekstensīvā veidā, nobraucot ar šo degvielu 1,3 miljonus jūdzes.

**Otrais** posms. *BP* un *DuPont* jauno pilotaražotni pie Hullas Lielbritānijā gatava ekspluatācijai tiks nodota 2010.gadā. Tā ražos 20 000 litrus biobutanola gadā un vienlaikus arī blakus produktu - lopbarības koncentrātu.

Notiek tālāka pētniecība, biobutanola ražošanas tehnoloģijas uzlabošana un testēšana, lai nākamajā posmā nodrošinātu, garantētu reālu sekmīgu komerciālās ražotnes

darbību. Vienlaikus tiek prasīti biobutanola izmantošanas transportlīdzekļos testēšanas rezultāti. Lai skaidrotu ekoloģiskās priekšrocības, *DuPont* un *BP* veic detālus aprēķinus par biobutanola raksturojošiem rādītājiem programmas *GHG Well-to-Wheel /Life Cycle Analysis/* ietvaros.

**Trešais** posms. Pirmo komerciālo ražotni paredzēts nodot ekspluatācijā 2013.gadā. Ik gadus paredzēts saražot 30 000 tonnas biobutanola, kā izejvielu pagaidām izmantojot tikai cukurbietes.

Biobutanola ražošanai var pārkārtot (atsevišķi tehnoloģiskie mezgli ir līdzīgi) arī esošās bioetanola ražošanas rūpnīcas, kur kā izejvielu patlaban izmanto cukurbietes, graudus.

Tātad, kopējā virzība jeb secība uz biobutanola ražošanu ir sekojoša: testa stadija > pilotstadija neliela apjoma ražošanai > komerciālā demonstrācijas stadija.

Bez tam šīs pašas iepriekš minētās kompānijas izveidotajā uzņēmumā *Vivergo Fuels* pie Hullas Lielbritānijā izbūvē bioetanola ražošanas rūpnīcu ar jaudu 420 000 m<sup>3</sup> bioetanola un 1 miljonu tonnu lopbarības līdzekļu gadā, lai pārstrādātu brīvos apkārtējos graudu apjomus. Lai izpildītu 2010.gadam Lielbritānijā noteiktās bioetanola piemaisījuma normas benzīnam. Ieguldīto investīciju apjoms – 400 milj. sterliņu mārciņas, kuras sadalās sekojoši: *BP* (degvielas tehnoloģiju ekspertīze un pieeja nozīmīgākajam degvielas tirgum) – 45%, *British Sugar* (lauksaimniecības pārzinātājs un blakus produkcijas-lopbarības ekspertīze) – 45% un *DuPont* (biotehnoloģijas un bioproduktu ražošanas pārzinātājs) – 10%.

Un kad būs pārliecība par to, ka biobutanola tehnoloģijas būs saimnieciski derīgas un attaisnosies, tad visi trīs partneri paredz to pārveidot par biobutanola rūpnīcu.

Arī citas kompānijas ASV veic plašus pētījumus par alternatīvām degvielām. Uzņēmums *Gevo* ([www.gevo.com](http://www.gevo.com)) meklē finansējumu, lai esošās bioetanola rūpnīcas nopirktu un tās pārkārtotu biobutanola ražošanai. Līdz šim *Gevo* strādā ar izmēģinājumu iekārtu. Vēlas iegādāties piecas līdzīgas ražošanas līnijas. Šajā projektā vēlas piedalīties arī *Total SA*, *Vinod Khosla Venture*, *Burill & Company*.

Tāpat attīstību gūst bioetanola rūpnīcu izveide uz lignocelulozes bāzes – *Range Fuels* ([www.rangefuels.com](http://www.rangefuels.com)), *Coskata Inc.* ([www.coskata.com](http://www.coskata.com)).

## **Krievija.**

Krievijā ir izveidota valsts uzņēmumu apvienība “*Rostehnologii*”, kurā ietilpst apmēram 300 dažādu nozaru uzņēmumi no mašīnbūves līdz aviapārvadājumu uzņēmumiem. Šīs apvienības sfērā ietilpst arī biotehnoloģiju uzņēmumi. Apvienības aktīvos ir nonākusi Tulunskas (Sibīrija, Irkutskas apgabals) hidrolīzes rūpnīca, kura līdz šim pārstrādāja lietkoksnī un ražoja hidrolīzes tehnisko etilspirtu. Tās mērķis tagad kopīgi ar Krievijas zinātniskajiem institūtiem (*GosNII sintezbelok* u.c.) būs izstrādāt metodes un izgatavot tehnoloģiju celulozes biobutanola ieguvei, kas būs kā pamatvirziens augstas kvalitātes (fizikālās – ķīmiskās īpašības būs ļoti tuvas šīsdienas autobenzīna īpašībām) biodeģvielu ieguvei.

Zinātniskā pētniecība un tehnoloģiju izstrāde tiek virzīta uz to, lai radītu Krievijā rentablu plaša spektra mežsaimniecības un lauksaimniecības atlieku pārstrādes rūpniecību, kurā ar mikrobioloģiskās sintēzes palīdzību ražotu dažāda sortimenta

komerciāli pievilcīgus produktus farmācijas, enerģētikas (degvielas) un citu nozaru vajadzībām.

Jautājumi tiek virzīti tā, lai jaunā tehnoloģija Krievijas hidrolīzes rūpniecību pārorientētu no milzīga dabas piesārņotāja (neattīrīti notekūdeņi, lignīna kalni, gaisa piesārņojums u.c.) uz bez atlikuma celulozi saturošās biomasas pārstrādi.

Ņemot vērā to, ka pagājušā gadsimta tehnoloģijas, kuras, lai sašķeltu celulozi parastajos cukuros pamatā balstījās vienīgi uz skābes hidrolīzi - tās nepilnīgi risināja mežsaimniecības atlieku utilizācijas problēmas. Tika radītas lielas ekoloģiskās problēmas, kuras nav likvidētas līdz pat šim laikam. Ar jaunā gadu simteņa sākumu, kad radās iespēja rūpnieciskos apjomos ražot augstas aktivitātes fermentus, kuri polisaharīdus spēja sašķelt līdz parastu cukuru līmenim, radās iespēja skābes hidrolīzes metodi aizstāt ar fermentēšanas - raudzēšanas metodi. Bet, lai šī metode rentabli darbotos īsā laikā tika radītas ekskluzīvas iekārtas fermentātorā ievadāmā izejmateriāla: koksnes atlieku, kukurūzas stublāju, salmu, niedru, koku lapu un citu biomasas veidu supersīkai sakapāšanai (saberzēšanai) līdz mikronu līmenim. Un pašreiz, šie smalcināšanas paņēmieni vairs nav klupšanas akmens.

Tulunskas ražotnes vajadzībām no jauna, patentu līmenī tika izstrādāti sekojoši tehnoloģiskie virzieni vai paņēmieni:

- koksnes malšanas tehnoloģija ar samaltās masas aktivāciju, ar smalknes daļiņu izmēriem 1 – 1,5 mikroni, ar jaudu 1,5 t/h;
- radīti jauni mikrobu štammi, kuri var producēt fermentus dažādu ar un bez celulozes saturošo augu atlieku pārstrādei;
- izstrādāts jauns iekārtu klāsts nepārtrauktai cukuru pārraudzēšanai ar periodisku šķīdinātāju gāzu atsūkšanu no fermentātorā;
- izstrādāts moderns fermentātoru tips nepārtrauktai rauga sēnīšu kultivēšanai, izmantojot atstrādāto butanola brāgu;
- izstrādāts biofiltrs ražošanas telpu gaisa attīrīšanai no šķīdinātāju klātbūtnes.

## 5. Prognozējamās ražošanas izmaksas

Kopējā degvielas tirgū biobutanola izmantošanai kā biodegvielai pagaidām nav bijusi nekāda loma. Nozīmīgos komerciālos apjomos nav vēl piedāvāts. Līdz šim biobutanola ražošanas izmaksas ir visai augstas un tirgū nav konkurētspējīgas.

Vācijas atjaunojamo izejvielu profesionālā aģentūra (*Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.- FNR*) savā izdevumā - *Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse. 2009. S.99* - biobutanola ražošanas izmaksas vērtē ap 1,00 līdz 1,20 EUR par litru.

Ņemot vērā, ka viens litrs biobutanola satur 29,2 MJ vai 0,0292 GJ, tad šīs dienas informatīvā situācijā viena gigadžoula pašizmaksa varētu sastādīt no **34 līdz 41 EUR/GJ**. Par cik tikai tagad vēl tiek veidotas pirmās biobutanola ražotnes, tad arī nav pieejami faktiskie patiesie pašizmaksas dati.

Tas ir ievērojami augstāk nekā **pirmās paaudzes biodegvielu** viena gigadžoula ražošanas pašizmaksa (sk. 3.tabulas datus): bioetanols no graudiem un cukurbietēm – 22-26 EUR, bioetanols no kukurūzas -16 EUR, bioetanols no cukurniedrēm – 9-10 EUR. Šie

dati jau ir plaši un ilgstoši aprobēti praktiskajos ražošanas apstākļos un samērā arī ticamas prognozes par izmaiņām uz 2020.gadu.

Biobutanola ražošanas provizoriskā pašizmaksa pārsniedz arī otrās paaudzes biodegvielas - bioetanola ražošanas pašizmaksu no **lignocelulozes** – 30 EUR/GJ 2007.gadā un 24 EUR/GJ 2020.gadā. Pilotiekārtu un demonstrācijas ražotņu iekārtu uzstādīšanā un darbībā bioetanola ieguvei no lignocelulozes jau ir uzkrāta zināma pieredze. Tāpēc šeit izmantotiem datiem ir samērā laba ticamība.

Esošās biobutanola ražošanas tehnoloģijas nodrošina pagaidām nepietiekamu gala produkcijas iznākumu no izmantotās izejvielas vienības, tāpēc ražošanas procesā nepieciešams pievienot jaunus ģenētiski modificētus mikroorganismus/baktērijas.

Philip New, *BP Biofuels* prezidents apgalvo, ka mūsu mērķis ir uzlabot biobutanola fermentācijas procesu tā, lai to būtu lētāk ražot nekā benzīnu. Bioloģiskie procesi tiks optimizēti un neviena fabrika netiks celta ar **pusoptimālu** ražošanas procesu. Subsīdijas sākuma posmā varētu būt nelielas, taču tām būtu jābūt līdzsvarotākām atkarībā no biodegvielas veidu enerģijas satura vienā masas vienībā.

3.tabula

### Biodegvielu (kā benzīna aizstājējas) izmaksu salīdzinājums 2007.gadā un samazināšanas tendences līdz 2020.gadam

*/avots: Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse.*

*Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.- FNR, 2009. S.54-67/*

| Rādītāji  | Gadi        | Bioetanols no graudiem | Bioetanols no cukurbietēm | Bioetanols no kukurūzas (ASV) | Bioetanols no cukurniedrēm (BR.) | Bioetanols no lignocelulozes -salmi | Bioetanols no agrārās industrijas atlikumiem -klījas | Bioetanols no Cassava (Āzija) |
|---|-------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| Bruto degvielas ieguve (GJ no ha / atbilstoši degvielas ekvivalentam, litros) | 2007        | 55/<br>1650            | 132/<br>4080              | 79/<br>2440                   | 135/<br>4160                     | 21/<br>640                          | 4,7/<br>150  | 78/<br>2410                   |
|   | 2020        | 70/<br>2170            | 163/<br>5020              | 115/<br>3540                  | 166/<br>5130                     | 25/<br>760                          | 6/<br>180  | 145/<br>4480                  |
| Neto enerģijas ieguve (GJ/ha)   | 2007        | 52                     | 120                       | 40                            | 116                              | 18                                  | Nav d.   | Nav d.                        |
|   | 2020        | 65                     | 155                       | 59                            | 142                              | 21                                  | Nav d.   | Nav d.                        |
| Ražošana (tirgū aizvieto % no fosilās degvielas)                              | 2007        | 1,5                    | Ap 0,5                    | 2-ASV                         | 30-BR.                           | 0,0                                 | 0,0  | Nav d.                        |
|   | 2020        | 5-10                   | Ap 5,0                    | 15-ASV                        | 40-BR.                           | <1,0                                | <1,0   | Nav d.                        |
| Ražošanas izmaksas (EUR/GJ)   | <b>2007</b> | <b>26</b>              | <b>25</b>                 | <b>16</b>                     | <b>9,5</b>                       | <b>30</b>                           | <b>32</b>  | <b>19</b>                     |
|   | <b>2020</b> | <b>23,6</b>            | <b>22</b>                 | <b>16</b>                     | <b>9,5</b>                       | <b>24</b>                           | <b>18</b>  | <b>19</b>                     |
| CO2 ietaupījums (t/ha)  | 2007        | 3,7                    | 9,4                       | 1,9                           | 10,0                             | 1,5                                 | 0,4  | Nav d.                        |
|   | 2020        | 5,0                    | 11,0                      | 2,7                           | 12,0                             | 2,1                                 | Nav d.   | Nav d.                        |
| CO2 samazināšanas izmaksas (EUR/t CO2)  | 2007        | 208                    | 188                       | 182                           | -30                              | 248                                 | 224  | Nav d.                        |
|   | 2020        | 167                    | 145                       | 182                           | -20                              | 138                                 | Nav d.   | Nav d.                        |
| Internacionālā konkurētspēja (salīdzinot ar Brazīliju – BR.)                  | 2007        | 2,7                    | 2,6                       | 1,7                           | Augsta                           | 3,1                                 | Nav iesp.  | 2,0                           |
|   | 2020        | 2,5                    | 2,3                       | 1,7                           | Augsta                           | 2,5                                 | ES iesp.   | 2,0                           |

Kā redzams no iepriekšminētajiem datiem, tad no biobutanola iegūtais emisijas ietaupījuma apmērs un izmaksas vēl arī ir neskaidras un tos vērtē tādus pašus kā pirmās paaudzes bioetanolam.

Vērtējot biobutanola ražošanas izmaksas jāapzina arī citu pētnieku prognozes un apsvērumi, kaut arī domāti tālākai perspektīvai.

Ir informācija, ka ASV litra butanola cena ir ap 0,79 ASV dolāri, kas ir augstāka par benzīna cenu (0,48 ASV dolāri/l). Tas sakarā ar to, ka biobutanola izdalīšana un tā tīrīšana aizņem ap 40 % no visām izmaksām. Meklē jauna veida baktērijas. Lai iegūtu 30 gramus biobutanola uz litra ūdens, kas būtu lielākā koncentrācijā (līdz šim bija 15 grami uz litra ūdens).

Šveices firmas *FESTEL CAPITAL* analītiķi (2008 *BUTALCO GmbH* - [www.butalco.com](http://www.butalco.com)) par 2006.gadu sniedz aprēķinu ceļā iegūtus datus par dažām konkurējošām otrās paaudzes biodegvielām. Vidējā laika periodā biobutanola izmaksas (izlīdzinātas pie vienādas enerģētiskās vērtības vienā litrā un bez nodokļiem), kas būtu ražots no lignocelulozes, vērtē ap 0,42 EUR/l (tāpat kā benzīnam pie cenas - 60 ASV dolāriem par barelu), biobutanolu no salmiem – 0,7 EUR/l un bioetanolu no graudiem – 0,88 EUR/l. Tomēr šie dati jāuzskata pēc to līmeņa par stipri provizoriskiem, jo nav vēl pieejami faktisko izmaksu dati no komerciālām ražotnēm. Cits skatījums varētu būt – salīdzinot savstarpēji šīs izmaksas starp atsevišķiem biodegvielu veidiem. Analītiķa centība ir pārliecināt, ka biobutanola izmaksas ir zemākas par bioetanola ieguvu no lignocelulozes un sevišķi salīdzinot ar no graudiem iegūtā bioetanola izmaksām. Un ka biobutanola izmaksas ir un būs līdzīgas ar fosilā benzīna izmaksām.

Viena no pirmajām firmām pasaulē, kura attīstīja pētījumus un biobutanola testēšanu - ASV firma *ButyFuel* norāda, ka no kukurūzas ražotā viena galona (3,784 l) biobutanola izmaksas varētu būt 1,20 ASV dolāri jeb 0,32 ASV dolāri/litrs. Tas būtu ap 0,22 EUR/l (1,4863 ASV dolāri = 1 EUR) jeb pārrēķinot pēc benzīna enerģētiskās vērtības – 0,26 EUR/l. Savukārt Ohio valsts universitātes pētnieki nosauc izmaksas 3 ASV dolāru līmenī par vienu galonu jeb 0,70 ASV dolāri/litrs. No tā izriet, ka izmaksu iespējamie līmeņi tiek nosaukti visai dažādi.

Tiek minēts, ka no viena bušeļa kukurūzas (35,239 l) var iegūt 2,5 galonus biobutanola. Norāda, ka tradicionālā tehnoloģija, procesa fermentācija no viena bušeļa graudu ļauj iegūt tikai 1,3 galonus biobutanola, 0,7 galonus acetona, 0,33 galonus etanola un 0,62 mārciņas ūdeņraža. Tāda ražošana nevar konkurēt ar etalona ražošanas tehnoloģiju, kura dod 2,85 galonus produkta no viena bušeļa. Kompānijas *Environmental Energy* patentētais process eksperimentālā iekārtā ļauj iegūt jau rentablāku biobutanolu: 2,5 galonus no bušeļa graudu plus 0,6 mārciņas ūdeņraža kā blakus produkta. Un ja arī trūkst tehniskā bāze ūdeņraža izmantošanai kā alternatīvu enerģijas veidu, to var likt lietā kā vērtīgu ķīmisku produktu, kas nepieciešams daudzās ķīmiskās rūpniecības apakšnozarēs.

*Du Pont* inovācijas nodaļas vadītājs Thomas Connelly 2006.gadā norādīja, ka nākotnē pēc tehnoloģiju pilnveidošanas biobutanols būs konkurētspējīgs, bez subsīdijām varēs ieiet tirgū pie jēlnaftas cenas jau pie 30 līdz 40 ASV dolāriem par barelu. Taču šīs prognozes visticamāk koriģēsies, kad būs iegūti dati par faktiskajām izmaksām pilotprojekta un demonstrācijas ražotņu darbības rezultātā.

## 6. Biobutanola izejvielu apraksts un to pieejamība Latvijā. Biobutanola ražošanas iespējas Latvijā (ieskaitot ģeogrāfiskās atrašanās vietas analīzi)

Tādu biobutanola ražošanu attīstības lietderība, kādas tās tika iepriekš analizētas Lielbritānijā, ASV un Krievijā, būtu jāizvērtē arī mums, izejot no Latvijas dabas un klimatiskajiem apstākļiem.

Pirmās paaudzes biobutanolu pēc pašreizējiem izpētes apkopojuma Latvijā varēs ražot no cukurus un stērķeli saturošām augu kultūrām: cukurbietes, nekondīcijas kartupeļi, kukurūzas zaļā masa, nepārtikas kviešu graudi un cita cukurus saturoša biomasa. Katra cukuru (cukurbietes) un cietes (graudi, kartupeļi u.c.) saturoša izejviela, kas ir derīga bioetanola fermentēšanai, var tikt izmantota arī biobutanola ražošanai.

Otrās paaudzes biobutanolu varēs iegūt no celulozes un lignocelulozi saturošas biomasas: koksne - mežizstrādes un kokmateriālu pārstrādes atliekas, salmi, kūdra, niedras, enerģētiskās kultūras (ātri augošās apsēs un kārkli, miežabrālis, galega u.c.). Nākotnē un jau tagad tiek patentēti paņēmieni no celulozi saturošām izejvielām, kā ātri augošām energoietilpīgām graudaugu kultūrām, arī zālājiem un lauksaimniecības blakus produkcijas un atkritumiem – salmiem u.c.

Analizējot notiekošos procesus bioetanola ražošanā tādās valstīs kā Vācijā, Francijā, Lielbritānijā un Austrijā un apsverot iespēju par to tālāku modernizāciju, pārveidošanu par biobutanola ražotnēm, sevišķi nozīmīga varētu būt cukurbietes izejvielas izvēle. Šādai izvēlei ir zināmas priekšrocības salīdzinot ar citu izejvielu izmantošanu bioetanola un biobutanola ražošanai jau tuvākajā laika periodā:

a/ šīs izejvielas izaudzēšanai ir labi apstākļi, ko pierādīja ievāktās cukurbietes kopražā un šīs kultūras ražība Latvijā līdz Jelgavas un Liepājas cukurfabrikas slēgšanai;

b/ bioetanola un biobutanola iznākums no viena hektāra zemes būtu visaugstākais;

c/ tehnoloģijas bioetanola iegūšanai no cukurbietēm ir labi atstrādātas un ņemot vērā Lielbritānijas pieredzi tās ir iespējams ērti un ar mazām izmaksām pārkārtot uz biobutanola ražošanu;

d/ inovatīvie jaunumi, kas rodas tehnoloģijās, nes sevī līdzīgu efektu gan bioetanola, gan biobutanola ražošanā;

e/ kā bioetanola/biobutanola blakus ražošanas produkts ir lopbarības līdzekļi vai kā substrāts biogāzes ražošanai;

f/ rezultātā sagaidāms, ka gala produkts (bioetanolis, biobutanols) tiks iegūts ar salīdzinoši mazākām izmaksām (galvenais kritērijs variantu izvēlē) un spēš sekmīgāk konkurēt kopējā degvielas tirgū.

Kā sava veida paraugrīsinājums varētu būt pēdējos gados izveidotā **Anklamas bioetanola rūpnīca Vācijā / SUIKER UNIE GmbH – Zuckerfabrik Anklam /** uz cukurbietes izejvielas bāzes.

Bioetanola ražošana Anklamas rūpnīcā Vācijas ziemeļos tika attīstīta kā papildinājums jau eksistējošai cukurfabrikai. Nolūkā, lai kombinējot cukura ražošanu ar bioetanola ražošanu panāktu cukurfabrikas kapacitātes pilnīgāku izmantošanu, labāku infrastruktūras (enerģijas centrāle, loģistika u.c.) noslogojumu.

Rūpnīcā 2008/2009.gada sezonā raksturojas ar sekojošu saimniecisku darbību:

1. Pavisam pārstrādā 1 250 000 tonnas cukurbietes

tajā skaitā: cukurbietes cukura ieguvei – 800 000 tonnas,

cukurbietes bioetanola ieguvei – 450 000 tonnas.

## 2. Ražošanas grafiks gada laikā:

2.1. Cukurfabrikas ražotne strādā 109 dienas gadā (diennaktī pārstrādājot 12 000 tonnu biešu), cukurbiešu novākšanas kampaņas laikā.

2.2. Bioetanola ražotne strādā 330 dienas gadā, izmantojot cukurbiešu biezsulu (ap 65-70% cukura koncentrācija), kura iegūta cukurfabrikā cukurbiešu novākšanas kampaņas laikā (uzkrājot tilpnēs ar kopējo ietilpību - 110 000 m<sup>3</sup>).

## 3. Darba sezonā tiek iegūti sekojoši produkcijas veidi:

3.1. Cukurs - 112 000 tonnas (no 800 000 tonnām cukurbiešu), tajā skaitā 80 000 tonnas iegūstot biešu novākšanas kampaņas laikā un 32 000 tonnas cukurbiešu biezsulas pārstrādes laikā.

3.2. Bioetanol - 55 000 m<sup>3</sup> (no 450 000 tonnām cukurbiešu).

3.3. Cukurbiešu grauzījumi - 150 000 t, svaigā masa, lopbarībai.

3.4. Peletes lopbarībai – 23 000 tonnas, tas ir, kaltēti un presēti cukurbiešu grauzījumi ar 90% sausnas saturu, pievienojot tai arī melasi.

3.5. Melase – 20 000 tonnas, kura satur 50% cukura (ko nevar vairs kristalizēt), un kuru izlieto rauga ražošanā, pārtikas rūpniecībā, farmaceitiskā industrijā un ruma gatavošanā.

3.6. Vinasse lopbarībai – 20 000 tonnas, ko iegūst bioetanola ražošanas procesā un kura satur ap 60% sausnas, 8-20% jēlproteīna un 10% cukura.

Šajā rūpnīcā rēķina, ka 1 tonnas cukura ražošanai nepieciešamas ap 6 tonnas cukurbiešu un viena kubikmetra bioetanola ražošanai vajadzīgs ap 9 tonnas cukurbiešu.

Cukura ražošanai nepieciešamas ap 16 000 ha cukurbiešu platības un bioetanola ražošanai ap 8 000 ha cukurbiešu platības (cukurbiešu ražība ap 52 t/ha).

Cukurbiešu audzētāju skaits, kuri audzē cukurbietes cukura ražošanai ir ap 470.

Cukurbiešu audzētāju skaits, kuri audzē cukurbietes bioetanola ražošanai ir 198, tajā skaitā līdz 80 km attālumam 187 audzētāji, no 81-100 km – 8 audzētāji un virs 100 km – 3 audzētāji. Bioetanola cukurbiešu audzētājiem cukurbiešu sējuma platības īpatsvars aramzemē veido 3,6%.

Strādājošo skaits – 140, bet biešu novākšanas kampaņas laikā papildus vēl 20 darbinieki.

Rūpnīcas izbūvē ieguldītas investīcijas 36 milj. EUR apmērā, tajā skaitā pašā bioetanola ražošanā – 24,8 milj. EUR un noliktavu saimniecības paplašināšanā – 11,2 milj. EUR. Tika saņemts finansiālais atbalsts no Meklenburgas-Priekšpomerānijas federālās zemes Lauksaimniecības ministrijas un Federālās Pārtikas, lauksaimniecības un patērētāju aizsardzības ministrijas.

Bioetanola ražotnes projekta izstrādi veica Leipcigas firma *bse engineering Leipzig GmbH (Betriebsplaner – Bauplaner)*, novērtējot arī realizācijas realitāti, visa uzņēmuma plānošanu, projekta izpildīšanu, piedalīšanās pasūtījumu veikšanā un ekspertīzē. Veiktā darba izpildes dažādie etapi redzami 4.tabulā.

Rūpnīcas īpašnieks kopš 2009.gada marta mēneša ir Nīderlandes uzņēmums *SUIKER UNIE GmbH – Zuckerfabrik Anklam*, kas ir meitasuzņēmums Nīderlandes *Royal Cosun V.A.* Šis uzņēmums ir cukurbiešu audzētāju kooperatīvais īpašums, kas tur arī visu Nīderlandes cukura kvotu – 805 000 tonnas cukura gadā. Pašā Nīderlandē pieder divas lielas cukurfabrikas, diennaktī pārstrādājot 20 000 tonnas biešu. Stratēģija – gūt plašāku ietekmi cukura un bioetanola ražošanā Ziemeļaustrumu Eiropā.

4.tabula

### Anklamas bioetanola rūpnīcas izbūvēšanas-iekārtošanas etapi

/uz cukurbiešu pārstrādes bāzes/

| Laika periods                 | Paveiktā darba saturs   |
|-------------------------------|---|
| 2006.g. maijs – jūlijs        | Paveicamā darba tehniskais projekts   |
| 2006.g. jūlijs – augusts      | Bioetanola tirgus situācijas izpētīšana   |
| 2006.g. septembris– novembris | Bioetanola cukurbiešu piegādes līgumu noslēgšana  |
| 2006.g. 14.decembris          | Projekta apstiprināšana A/S Danisco Kopenhāgenā   |
| 2006.gada 15.decembris        | Meklenburgas-Priekšpomerānijas federālās zemes Lauksaimniecības ministrijas atbalsta piešķiršanas apstiprinājuma saņemšana, Šverīne |
| 2007.gada 20.februāris        | Pieteikuma par būvniecības atļaujas saņemšanu iesniegšana   |
| 2007.gada 20.maijs            | Izziņas saņemšana par atļauju būvniecībai   |
| 2007.gada 1.jūlijs            | Zemes darbu un fundamentu ierīkošanas uzsākšana   |
| 2008.gada 1.februāris         | Tehnisko iekārtu uzstādīšanas sākums  |
| 2008.gada 1.augusts           | Iekārtas starts ražošanas režīmā  |
| 2008.gada 1.oktobris          | Ražošanas kapacitātes jaudas sasniegšana  |

Līdzīgs risinājums ir **Lielbritānijā**, kur 2007.gada septembrī *British Sugar* izveidoja Wissingtonā uzņēmumu bioetanola ieguvei no cukurbietēm, atzīstot, ka tas ir visekonomiskākais risinājums bioetanola ieguvei. Noslēgti līgumi ar esošajiem cukurbiešu audzētājiem par izejvielas piegādi. Uzņēmumā gadā ražo 70 000 m<sup>3</sup> bioetanola un šim nolūkam nepieciešams 110 tūkstoš tonnas cukura, kas ir ekvivalents 650 000 cukurbiešu.

**Francijā** jau labi sen bez graudiem kā bioetanola izejvielu izmanto cukurbietes, no pēdējām iegūstot ap 75% no visa saražotā bioetanola valstī. Izejvielas – cukurbiešu - iepirkšanas cena ir ap 21,5 – 26,0 EUR/t pie 16% cukura satura. Bioetanolu realizē par 40-50 centiem litrā (400 – 450 EUR/m<sup>3</sup>). Francijā ir vairākas bioetanola ražotnes, kuras ir kopā ar cukurfabrikām. Un to ražošanas gala rezultāts ir saistītā produkcija – cukurs un bioetanol.

Lai raksturotu bioetanola un arī biobutanola dažādu izejvielu aptuveno iespējamo izdevīgumu Latvijā, lietderīgi salīdzināt to ieguvumu no viena hektāra sējumu platības. Salīdzinoši te var izmantot Vācijā vispārpieņemtos normatīvus (sk. 5.tabulu). Rēķinot no viena hektāra zemākā bioetanola ieguve ir no rudziem, bet augstākā no cukurbietēm. No 1 ha graudaugu var iegūt ap 2-3 tūkstošu litru bioetanola un no viena 1 ha cukurbiešu – pat vairāk kā 6 tūkstošus litru bioetanola jeb 2-2,5 reizes vairāk. Latvijas apstākļos šīs ražības būs par 20-25% zemākas, bet attiecības starp atsevišķām kultūrām būs līdzīgas.

Un visbeidzot dažādām izejvielām ir stipri atšķirīgas tā saucamās konversijas - pārstrādes izmaksas, lai no izejvielas iegūtu bioetanolu. Šādi vispārējie saimnieciskie apsvērumi Latvijas konkrētos apstākļos visnotaļ ievērtējami.

Cukuru saturošām izejvielām globālā skatījumā ir dominējošā loma bioetanola/biobutanola ražošanā. Saules enerģijas pārvēršana biomasā ar cukurbietēm no hektāra dod augstāko iznākumu salīdzinot ar citiem kultūraugiem atbilstošajās klimatiskajās zonās. Tās iespējas pie intensīvas fotosintēzes ir vērojama arī pie relatīvi zemākām temperatūrām.



5.tabula

**Bioetanola iznākums no dažādiem izejvielu veidiem**  
/Biokraftstoffe. Basisdaten Deutschland. Stand: Oktober 2009, FNR/

| Izejvielas veidi | Izejvielas raža no hektāra/tonnās, Svaigā masa | Bioetanola ieguve no hektāra/litros | Nepieciešamā biomasa viena litra bioetanola ieguvei, kg/l |
|------------------|--|-------------------------------------|---|
| Kukurūza         | 9,0  | 3 740                               | 2,4   |
| Kvieši           | 7,2  | 2 760                               | 2,6   |
| Rudzi            | 4,9  | 2 030                               | 2,4   |
| Triticāle        | 5,6  | 2 230                               | 2,5   |
| Cukurbietes      | 58,0   | 6 250                               | 9,3   |
| Cukurniedres     | 73,0   | 6 380                               | 11,4  |
| Salmi            | 3,0  | 990                                 | 3,0   |

Latvijā šīs bijušās nozares dinamika pēdējos gados pirms cukurfabriku slēgšanas redzama pēc 6.tabulas datiem.

6.tabula

**Cukurbiešu ražošanas attīstība Latvijā 1995.-2005.gados /LR CSP dati/**

| Rādītāji               | Gadi  |       |       |       |       |      |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                        | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007 |
| Platība, tūkst. ha     | 15,9  | 14,4  | 13,8  | 13,5  | 12,7  | 0,3  |
| Kopražā, tūkst. tonnas | 622,3 | 532,4 | 505,6 | 519,9 | 473,9 | 10,8 |
| Ražība, tonnas/ha      | 39,1  | 37,0  | 36,7  | 38,5  | 37,4  | 36,3 |

Cukurbiešu audzētāji bija iemācījušies praktiski iegūt 40 - 50 t/ha cukurbiešu ar 16-17% cukura saturu bietēs novākšanas brīdī. 2005.gadā pārdotajām cukurbietēm cukura saturs bija 17,6% un pārrēķinot - cukura raža no ha – 5,2 tonnas (fotosintēzas aparāts ļauj uzkrāt vairāk nekā 50-60 t/ha biešu masu un 8-10 t/ha cukura).

Pēdējos gados ar cukurbietēm tika apsēts vidēji ap 13 – 15 tūkstoši hektāru ar ražību 35 - 40 t/ha, pārstrādei iepērkot ap 500-600 tūkst. tonnas biešu gadā. Latvijai noteiktā cukura ražošanas kvota pēdējos gados bija 66 505 tonnas, tajā skaitā akciju sabiedrībai „Jelgavas cukurfabrika” - 41 654,5 tonnas un akciju sabiedrībai „Liepājas cukurfabrika” – 24 850,5 tonnas.

Rēķinot potenciālu 560 tūkst. tonnas cukurbiešu, tas dos iespēju saražot ap 60 000 m<sup>3</sup> bioetanola (560 000 tonnas biešu : 9,3 tonnas biešu/vienam m<sup>3</sup> bioetanola = 60 000 m<sup>3</sup>). Biobutanola tilpuma iznākumu esošās tehnoloģijas apstākļos pie šī izejvielu daudzuma varētu vērtēt par 10-15% mazāk, tas ir, ap 50 000 m<sup>3</sup>.

Un risinot šo saimniecisko jautājumu – projekta virzību par cukurbiešu pārstrādi multi-produkcijas veidos ar elastīgu transformāciju saskaņā ar tirgus situāciju, **galvenais kritērijs** ir, lai gala produktu – gan cukuru, gan bioetanolu/ biobutanolu iegūtu pēc iespējas ar zemāku pašizmaksu, lai pie esošajām tirgus cenām nodrošinātu saprātīgu ienesīgumu. No šī ekonomiskā viedokļa bioetanola/biobutanola ražošanas jaudas vieta jāizvēlas:

1/ pietuvinātas cukurbiešu audzēšanas reģionam, lai izejvielu transporta ceļš būtu pēc iespējas īsāks, līdz 80 km;

2/ izvietojot cukurbietes tikai uz visatbilstošākām, auglīgākajām zemēm, lai biešu raža būtu augstāka un izaudzēšanas izmaksas būtu zemākas;

3/ lai būtu laba transporta infrastruktūra izejvielas pievešanai un gatavās produkcijas aizvešanai.

Šiem trim nosacījumiem vislabāk būtu izvietot bioetanola/biobutanola rūpnīcu pie **Elejas**. Tam par iemeslu būtu sekojošais.

Pirmkārt, Eleja būtu tieši cukurbiešu audzēšanas zonas centrā. Līdz cukurfabriku slēgšanai jau bijušo trīs rajonu – Bauskas, Jelgavas un Dobeles saimniecībās tika izaudzēts ap 90-92% no visas Latvijā iegūtās cukurbiešu kopražas, bet pieplusējot vēl Tukuma rajona saimniecības – ap 94-95%.

Otrkārt, Eleja izvietota autotransporta ceļu krustpunktā, pa kuriem varētu notikt cukurbiešu pievešana (Bauska ap 40 km, Dobeles – ap 50 km, un arī Tukums robežās līdz 80 km). Ir dzelzceļa stacija. Tas varētu veidot nelielas transportēšanas izmaksas. Labi sasniedzama Rīgas osta eksporta operāciju veikšanai. Kopumā tas veidotu zemākas izmaksas visai gala produkcijai.

Treškārt, Elejā izvietota Lauksaimniecības pakalpojumu kooperatīvās sabiedrības “Latraps” galvenā ražošanas bāze (graudu un rapša pieņemšana, apstrāde, glabāšana, eksporta partiju sagatavošana sūtīšanai uz ostu, tehnikas serviss, apjomīga rapša eļļas spiestuve ar biodīzeļdegvielas ražotni Staļģenē, dzelzceļa saimniecība u.c.) ar vairāk kā 400 biedriem – graudu audzētāju un rapšu audzētāju saimniecībām, kuras agrāk bija arī galvenie cukurbiešu audzētāji. Te var iegūt labu kopēju sinerģisko efektu.

Turpmāk, sasniedzot pietiekamas spējas izmaksu ziņā konkurēt ar citiem biodegvielas veidiem, būvējot otrās paaudzes biobutanola ražotnes uz lignocelulozes bāzes, te ģeogrāfiskā izvietojuma iespējas ir plašākas – gan tuvāk mežizstrādes un kokapstrādes vietām, gan enerģētisko kultūru audzēšanas vietām mazāk prasīgās zemēs (Vidzemē u.c.).

## 7. Biobutanola ražošanas potenciālais pienesums Latvijas ekonomikai

**1.** Biobutanola ražošanas pozitīvā ietekme vispirms jānovērtē pēc tā labvēlīgās ietekmes uz **siltumnīcas efekta gāzu** samazināšanas iespējām. Šo ekoloģisko efektu var izteikt sekojoši: viens litrs bioetanola ietaupa no 0,8 līdz 2,2 kg CO<sub>2</sub> salīdzinot ar benzīnu. Pie bioetanola piemaisījuma 5% apmērā CO<sub>2</sub> izmeši atmosfērā samazinās par 4,5 procentiem. Eksperti, kuri nodarbojas ar biobutanola izmantošanas izmēģinājumiem norāda, biobutanola pielietošanas gadījumā šie ieguvumi nebūs mazāki. Pie minimālā biobutanola ražošanas apjoma apmērā no valstī izlietotā benzīna transporta sektorā saskaņā ar ES regulām, neimportējot. – 50 000 m<sup>3</sup> tas varētu ietaupīt 75 tūkst. tonnas CO<sub>2</sub> (aprēķins: 50 000 000 litri x 1,5 kg vidēji = 75 000 tonnas).

**2.** Tiktu nodrošināts **biodegvielas piejaukums 5 -10% benzīnam** tuvāko desmit gadu laikā saskaņā ar Eiropas Savienības regulām.

Latvijā 2008.gadā autotransportā tika patērēts 370 000 tonnas vai 466 200 m<sup>3</sup> benzīna. Tajā pašā laikā valstī tika saražots 11 631 tonnas vai 14 655 m<sup>3</sup> bioetanola. Pēc tilpuma tas veidoja 3,1% no izlietotā benzīna daudzuma.

Bioetanola finansiāli atbalstāmās kvotas 2009.gadam piešķirtas SIA „Jaunpagasts plus” 24 500 m<sup>3</sup> un SIA „Biodegviela” 6 000 m<sup>3</sup> apjomā, jeb kopā 30 500 m<sup>3</sup> apjomā. Pēc tilpuma tas veidotu 6,5% no kopējā benzīna patēriņa 2008.gadā.

Taču Latvijā saražotā biodegviela 2008.gadā galvenokārt tika eksportēta. No saražotā bioetanola daudzuma tikai 35 m<sup>3</sup> tika patērēts Latvijā, tātad eksportēts tika 99,8% no saražotā un 0,2% tika patērēts uz vietas (līdzīgi par biodīzeļdegvielu: no saražotām 28 115 tonnām eksportēts tika 92,3%).

Lai nodrošinātu tādu vai citu bioetanola/biobutanola piejaukumu benzīnam būtu nepieciešami sekojoši apjomi pēc tilpuma:

- pie 5% piemaisījuma (Latvijā - 2010.g.): 23 310 m<sup>3</sup> bioetanola vai biobutanola,
- pie 10% piemaisījuma (ES - 2020.g.): 46 620 m<sup>3</sup> bioetanola vai biobutanola,
- pie 16% piemaisījuma: 74 592 m<sup>3</sup> biobutanola (plus vēl papildus iespējamais biodegvielas patēriņš ar augstāku biobutanola piemaisījumu atbilstoši modificētos motoros - FFV līdzīgi kā E85 degvielas pielietojums, kuras sastāvā 85% ir bioetanolis un 15% benzīns).

Eksperti norāda, ka pēc 20 gadiem galvenajos degvielu tirgos biodegviela varētu aizņemt ap 30% no kopējā apjoma.

Tātad, 50 000 m<sup>3</sup> biobutanola, kā minimālā apjoma, ražošana Latvijā būtu lietderīga. Pretējā gadījumā būtu nepieciešams biodegvielas imports.

Šis ieguvums būtu nozīmīgs arī tajā gadījumā, ja teiktu, ka siltumnīcas efektu veidojošos gāzu izmešu pieaugums nav noticis cilvēka darbības rezultātā. Taču pieaugtu enerģētiskā drošība sakarā ar aizvien sarūkošiem naftas resursiem. Vācijas jaunās valdības vides ministrs Norberts Röttgen norāda (5.12.2009), ka Vācijā energoapgādi nākamajos 40 gados, t.i., 2050.gadā līdz 100% vajadzētu nosegt ar atjaunojamo enerģiju.

**3. Lauku saimniecībām** rodas jaunas iespējas biobutanola izejvielu ražošanai, kuras ir līdzīgas izejvielu ražošanai bioetanola ieguvei. Tas palielina lauku saimniecību darbaspēka noslogotību un kopējās izpeļņas palielināšanu, kā arī lauksaimniecības tehnikas izmantošanu vairāk stundas gadā un paaugstināt kredītu ātrākas atmaksas iespējas.

Viena cukurbiešu hektāra izaudzēšanas darbietilpība pie 40 t/ha (koncentrējot cukurbiešu platību ir reālas iespējas ražības celšanai līdz 45 t/ha vidēji) ir ap 9-10 darba stundas pie augstas darbu mehanizācijas līmeņa jeb kopā 5 320 000 darba stundas (aprēķins: 560 000 tonnas biešu : 40 t/ha = 14 000 ha; 14 000 ha x 9,5 stundas = 5 320 000). Tas dotu ap **3 000** pilna gada strādājošo jaunas darba vietas (5 320 000 : 1 840 darba stundas gadā, izskaitot atvaļinājumus un svētku brīvdienas = 2 891 strādājošie).

Tas nozīmē papildus iedzīvotāju ienākuma nodokļa un sociālās apdrošināšanas iemaksu summas valsts budžetā.

**4. Pašā biobutanola rūpnīcā** pastāvīgi strādājošo skaits varētu būt ap **60** strādājošo. Atbilstoši tam iedzīvotāju ienākuma nodokļa un sociālo apdrošināšanas iemaksu piensums budžetā.

**5. Palielinās produkcijas apgrozījums** un valsts budžetā ieskaitāmais pievienotās vērtības nodoklis. Nosacīti pieņemot biobutanola tirgus cenu vismaz par 10-15 procentiem augstāku nekā bioetanola cenu sakarā ar lielāku energoietilpību, tas ir, ap 580 EUR/m<sup>3</sup> (aprēķins: bioetanola cena 2009.gada novembrī Eiropā pēc *Deutschland/Benelux* un *Rotterdam [verzollt]* bija 520 EUR/m<sup>3</sup>; 520 + 12% = 582 EUR/m<sup>3</sup>), kopējā biobutanola vērtība būtu ap 29 miljoniem EUR (50 000 m<sup>3</sup> x 580 EUR/m<sup>3</sup>) vai ap 20 milj. Ls gadā.

**6. Par cik biobutanola ražošanas process ir līdzīgs bioetanola ražošanas procesam, tad te tiek iegūti tādi paši vērtīgi blakus produkti** kā bioetanola ražošanā: cukurbiešu

graizījumi, melase, vinasse. Tiks nodrošināta olbaltumvielām bagāta ģenētiski brīva koncentrētas lopbarības ražošana, lai nodrošinātu lopkopības saimniecību pieprasījumu un atvietotu līdzīgu barības līdzekļu importu, kā arī kā izejviela rauga un citronskābes ražošanai. Kopējā blakus produkcijas vērtība varētu sasniegt ap 5 milj. Ls.

**7. Palielinās apkalpojošo nozaru apgrozījums:** lauksaimniecības tehnikas pārdevums un remonts, transporta pakalpojumi, lauku saimniecībām piegādātās sēklas, augu aizsardzības līdzekļu, minerālmēsļu un dīzeļdegvielas vērtība. Tiešo izmaksu kopējums uz vienu hektāru cukurbiešu sasniegs ap 360 Ls jeb kopā uz visu platību vismaz 5 miljonus latu bez tehnikas iegādes un remonta izmaksām.

**8. Pozitīvi ietekmēs Latvijas ārējo eksporta - importa un maksājumu bilanci.** Jau šobrīd vairāk kā 90% no saražotās biodegvielas Latvijā tiek eksportēts. Ir pamatoti teikt, ka tāda eksporta daļa arī saglabāsies. Bioetanola ražotājs SIA „Jaunpagasts plus”, lai palielinātu eksportu (saglabātu vismaz 75% apmērā no saražotā bioetanola), Rīgas ostā triju gadu laikā izveidos savu bioetanola uzglabāšanas un pārkraušanas terminālu.

No otras puses imports samazināsies par biobutanola blakus produkcijas daļu.

**9. Būtiski atvieglosies labības tirgus,** jo valstī ražo vairāk graudu nekā patērē (tas spiež uz cenām), kā arī cukurbiešu audzētāju lauku saimniecībām rada papildus iespējas ieņēmumu gūšanai. Augu sekā iekļaujot cukurbietes uzlabosies arī augu maiņa, papildinot kviešu/miežu un rapša laukus ar cukurbiešu laukiem.

## 8. ES Direktīvas 2009/28/EK prasību izvērtējums biobutanola ražotājiem un pārdevējiem

Direktīvā uzsvērtas vairākas prasības biodegvielām, tajā skaitā arī biobutanolam.

**Pirmā prasība.** Biodegvielas ražošanai vajadzētu būt ilgtspējīgai, atbilstīga ilgtspējīgas kritērijiem. Direktīvas 66 pantā norādīts: „Kopienai būtu jāveic atbilstīgi pasākumi saistībā ar šo direktīvu, tostarp veicinot ilgtspējīgas kritēriju ievērošanu attiecībā uz biodegvielām un otrās un trešās paaudzes biodegvielu attīstību Kopienā un pasaulē, kā arī veicinot pētniecību lauksaimniecības nozarē un zināšanas šajās jomās”.

**Otrā prasība.** Aprēķinot siltumnīcefekta gāzu emisijas ietaupījumu, ko iegūst izmantojot biodegvielu, būtu jāņem vērā visa kopējā oglekļa emisija, kas izriet no šādas darbības, tās izmantošanas.

**Trešā prasība.** Biodegvielas ieguvei izmantojot, atjaunojot stipri noplicinātas zemes vai zemes, kas ir stipri piesārņotas un tādējādi uz tām nav tikuši audzēti kultūraugi. Biodegvielas būtu jāveicina tā, lai tas veicinātu lielāku lauksaimniecības ražību un noplicinātu zemju izmantošanu.

**Ceturtnā prasība.** Direktīvas 76.pants norāda, ka ilgtspējības kritēriji būs efektīvi tikai tad, ja tie mainīs tirgus dalībnieku rīcību. Šīs pārmaiņas notiks tikai tad, ja biodegvielai, kas atbilst šiem kritērijiem atšķirībā no degvielas, kura neatbilst šiem kritērijiem, tiks paredzēts uzcenojums, tādējādi pārdodot par augstāku cenu.

**Piektā prasība.** Izstrādājot atbalsta shēmas, var veicināt to biodegvielu izmantošanu, kuras sniedz papildus ieguvumus, un kuras ražotas no atkritumiem, atlikumiem, nepārtikas celulozes materiāla, lignocelulozes materiāla.

Izejot no minēto prasību viedokļa biobutanola ražošana atbilst šiem nosacījumiem:

- iegūstot vairāk biodegvielas no viena hektāra izaudzētās izejvielas,

- nodrošinot augstu biodegvielas kvalitāti, atbilstoši ilgtspējības kritērijiem,
- ar šo pašu modificēto tehnoloģiju iespējams izmantot lauksaimniecības blakus produkcijā un mežsaimniecības atliekās saturošo lignocelulozi.

## 9. Secinājumi un priekšlikumi

Izšķiroties par labākajiem virzieniem biodegvielu attīstībā jāapsver, jāapdomā visi ietekmējošie faktori gan tuvākā laika periodā, gan vidējā termiņā un ilgākam laika posmam.

Vispirms pakāpeniski jāidentificē atbilstošākās tehnoloģijas un jāiegūst dati par ražošanas izmaksām, kas ir priekšnoteikums investīciju piesaistei. Aprēķina modelī jāiekļauj visas izmaksas, lai iegūtu pamatotus datus lēmumu pieņemšanai. Jāiekalkulē izejvielas un biodegvielas ražošanas un kapitāla izmaksas, degvielu maisījuma iegūšanas un distribūcijas izdevumi, kā arī degvielu uzpildes staciju iekārtošana un ekspluatācija. Un to lietderīgi veikt par visiem biodegvielu veidiem, tajā skaitā arī par biobutanolu.

Nākamajā posmā jāizvērtē situācija par attiecīgās izvēlētas biodegvielas pircēja akceptu un prasībām attiecībā uz biodegvielas īpašībām, kā arī biodegvielas ekoloģisko ietekmi (sk. 7.tabulu). Bez tādas visaptverošas analītiskās informācijas var būt apgrūtināta investīciju piesaiste un projekta realizēšana var ieilgt un tas var pazaudēt konkurētspēju.

7.tabula

### Fundamentālais viedoklis pēc patērētāju akcepta un nepieciešamām prasībām biobutanola biodegvielai īstermiņā un vidējā laika periodā

| Pircēja-klienta akcepti biodegvielai   | Prasības biodegvielai  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zemāka cena nekā fosilajai degvielai (bez nodokļu subsīdijām)</li> <li>• Normāli lietošanas nosacījumi pašreizējos transporta līdzekļos, līdzīga energoietilpība</li> <li>• Nav nepieciešami izdevumi motora pārveidošanai</li> <li>• Vienmēr pieejama un visur iegādājama</li> <li>• Ērti uzpildāma transportlīdzekļos līdzīgi kā esošo degvielu</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazas izejvielu un ražošanas izmaksas</li> <li>• Tādas pašas raksturīgākās ķīmiskās un fizikālās īpašības kā esošajai degvielai</li> <li>• Nav papildus distribūcijas (glabāšanas, sadales) un infrastruktūras izmaksas</li> <li>• Nav problēmas brīvu maisījumu veidošanai ar esošajiem degvielas veidiem</li> </ul> |
| <p>Kopējie apsvērumi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Svarīgi vienlaikus ar ekonomisko faktoru ievērot arī ekoloģisko aspektu, kas ir neapstrīdams priekšnosacījums degvielas tirgus attīstībai un kas ietekmē transportlīdzekļu īpašniekus un degvielas uzpildes staciju iekārtošanu</li> <li>• Nozīme ir arī politiskajam faktoram – lauku vides attīstības veicināšana, atkarības samazināšana no jēlnaftas resursu sarūkšanas, importa</li> </ul> |  |

Pēc iepriekš dotā analītiskā materiāla Latvijas apstākļos biobutanola ražošanas uzsākšana kā biodegvielas veidam ir pietiekami labi nosacījumi:

1/ Latvijā ir uzkrāta samērā laba pieredze pirmās paaudzes biodegvielu ražošanā – biodīzeļdegvielas, bioetanola un augu eļļas degvielas - un tās izmantošana. Notiek arī

biodegvielu izejvielu (rapša sēklas, graudi) un pašas saražotās biodegvielas (biodīzeļdegviela, bioetanol) eksports. Izveidota visaptveroša kārtība biodegvielas piemaisījumam benzīnam un dīzeļdegvielai. Sabiedrība arvien vairāk ir informēta par šiem jaunajiem degvielas veidiem.

Uzkrāta pieredze valsts atbalsta sistēmas funkcionēšanai biodegvielas ražotājiem un degvielu tirgotājiem (akcīzes nodokļa atlaides, piemaksas biodegvielas ražotājiem par katru saražoto litru).

Vairāk kā 10 gadu laikā izveidojies pavisam jauns tautsaimniecības sektors.

2/ Nepretendējot uz esošo pirmās paaudzes biodegvielas ražošanas jaudu aizvietošanu, bet veidojot jaunas biodegvielas ražošanas jaudas Latvijā, viena no labākām iespējām ir uzsākt biobutanola ražošanu. Ar zināmu pašāvēību var teikt, ka biobutanola ražošanas tehnoloģijas tālāki uzlabojumi no efektivitātes viedokļa nebūtu pārāk ilgi gaidāmi. Iespējams, ka pirmās paaudzes biobutanola ražošanas ekonomiskais izdevīgums kļūs agrāk pieejams nekā biobutanola ražošana no celulozes (kā koksnes atliekām, salmiem u.c.). Ja šodien gribam būvēt jaunu bioetanola fabriku, tad uzmanības lokā jāpatur jaunās tehnoloģijas biobutanola ražošanā.

3/ Ņemot vērā, ka biobutanola industriālās komerciālās ražotnes savu darbu uzsāks (piemēram, Lielbritānijā) ne ātrāk kā 2012-2015.gados, iegūt pilnīgus datus par efektīvākām tehnoloģijām un izmaksu rādītājiem būs iegūstami sākot ar 2015.gadu.

4/ Par racionālu jāuzskata biobutanola ražošanas uzsākšana uz cukurbiešu izejmateriāla, jo paredzams, ka šīs tehnoloģijas būs visvairāk attīstītas un to pārnese Latvijas apstākļos būtu **drošāka un mazāk riskanta no izmaksu minimizēšanas viedokļa**. Arī no cukurbiešu viena sējuma platības hektāra te arī būs vislielākais biobutanola iznākums (salīdzinot ar graudiem). Pie tam biobutanola ražošana lielā mērā var notikt uz importēto graudu rēķina (kā rāda esošā pieredze bioetanola ražošanā), kas nedod papildus darba vietas lauku saimniecībās un neatvieglo iekšējo graudu tirgu.

Šeit iespējami vairāki varianti:

a/ Sākumā lietderīga bioetanola ražotnes izveide uz cukurbiešu izejvielas bāzes. Iespējams arī vienlaikus cukura ražošanas attīstīšana Eiropas Savienības atvēlētās kvotas ietvaros vai cukura realizācijai ārpus Eiropas Savienības. Tiktu jau ātrāk izveidota stabila izejvielu audzēšanas zona, atrisināti distribūcijas jautājumi, lai turpmāk varētu veikt pāreju uz biobutanola ražošanu. Vienlaikus ar bioetanolu ražojot cukuru var stabilizēt visa uzņēmuma saimniecisko darbību ar mazāk riskiem.

Te var iegūt arī sinerģisku efektu ar iespējami izveidojamo biogāzes ražotni (substrāti – cukurbiešu grauzījumi u.c.) un siltuma izmantošanu no biogāzes ražošanas bioetanola ražošanā;

b/ Nākamā solī izveidoto bioetanola rūpnīcu var pārveidot un modernizēt, un papildinot ar atbilstošām iekārtām, par biobutanolu rūpnīcu. Saskaņā ar tirgus situāciju iespējams paralēli saglabāt arī cukura ražošanas līniju;

c/ Tiešā veidā veidojot biobutanola ražošanas rūpnīcu uz cukurbiešu bāzes. Taču te var rasties laika nobīde projekta praktiskā realizācijā, kamēr tiks pilnīgāk atstrādātas biobutanola ražošanas tehnoloģijas esošajās pilota ražotnēs un sasniegti pieņemami ekonomiskie rezultāti, atrasti iekārtu izgatavotāji - piegādātāji.

5/ Nākamais solis varētu būt injicēt **otras** rūpnīcas izveidi Latvijā - biobutanola ražošanai uz lignocelulozes bāzes (salmi, koksnes atliekām u.c.), kad būs attīstītas un pārbaudītas vēl produktīvākas tehnoloģijas, efektīvākas ģenētiski modificētas baktērijas.

6/ Rūpnīcas finansēšanas modelis veidojams uz dažādu līdzekļu avotu bāzes:

a/ izejvielu ražotāju (cukurbiešu audzētāju) līdzdalība – kā kooperatīvs īpašums (pašu līdzekļi, kredīts);

b/ degvielu tirgotāju līdzdalība (Statoil, Neste, Lukoil u.c.). Piemēram, Dānijas firma *DONG Energy* Kopenhāgenas sanāksmes laikā atklāja otrās ģenerācijas bioetanola demonstrācijas ražotni Kalundborgā ar jaudu 17 000 m<sup>3</sup> gadā, kurā izmanto salmus un līdzīga veida biomasu. Saskaņā ar noslēgto ilgtermiņa līgumu iegūto bioetanolu neatšķaidītā veidā transportēs uz *Statoil Hydro* naftas rafinēšanas fabriku Norvēģijā, lai veidotu maisījumu E10 un 2010.gadā piegādātu degvielas uzpildes stacijām Dānijā;

c/ privāts investors (vai uzņēmuma līdzdalība no cita tautsaimniecības sektora);

d/ ES atbalsts kā inovatīvam projektam;

e/ Eiropas Savienības atļauja par Latvijas atbalstu investīcijās, jo esošās ES Regulas tādas iespējas sniedz. Piemēram, uzbūvējot Pišeldorfā bioetanola rūpnīcu Austrijā (jauda 240 000 m<sup>3</sup> bioetanola un 190 000 t lopbarības gadā), bija nepieciešams ieguldīt investīcijas 125 miljonu EUR apmērā. Ar Eiropas Komisijas atļauju te izmantots arī valsts finansiālais atbalsts rūpnīcas uzbūvēšanā (Staatliche Beihilfe Nr. N 342/2006 - Österreich).

## 10. Izmantotās literatūras saraksts

1/ EIROPAS PARLAMENTA UN PADOMES DIREKTĪVA 2009/28/EK (2009.gada 23.aprīlis) par atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanu un ar ko groza un sekojoši atceļ Direktīvas 2001/77/EK un 2003/30/EK.

2/ EIROPAS PARLAMENTA UN PADOMES DIREKTĪVA 2009/30/EK (2009.gada 23.aprīlis), ar ko groza 98/70 EK attiecībā uz benzīnu, dīzeļdegvielas un gāzeļļas specifikācijām un ievieš mehānismu autotransporta līdzekļos lietojamās degvielas radītās siltumnīcefekta gāzu emisijas kontrolei un samazināšanai, groza Padomes Direktīvu 1999/32/EK attiecībā uz tās degvielas specifikācijām, kuru lieto ūdensceļu kuģos, un atceļ Direktīvu 93/12/EEK.

3/ World Ethanol Price Report. F.O.LICHTS, October26, 2009.

4/ Christian Scwitzer. The revolution in the sugar industry and economic prospects for the European beet industry and agriculture: Outline of a study on the potential use of current sugar factories to generate energy from renewable materials. Bse engineering Leipzig GmbH. [www.bse-leipzig.de](http://www.bse-leipzig.de)

5/ Andrew Eder. Tennessee biofuels plant a milestone in DuPont effort. The News Journal, November 22, 2009.

6/ DuPonts Biotech\_Wissen und BPs Kraftstoffexpertise werden die Biokraftssoffe der nächsten Generation auf den Markt bringen. [www.deutschebp.de](http://www.deutschebp.de)

- 7/ Biobutanol fact sheet. DuPont, BP (PDF). [www.bp.com](http://www.bp.com)
- 8/ Kevin Bullis. Konkurrenz für Ethanol. Tehnology Review. [www.heise.de](http://www.heise.de)
- 9/ BP, DuPont butanol JV, Butamax, heads for commercialization. July 14, 2009. [www.biofuelsdigest.com](http://www.biofuelsdigest.com)
- 10/ Biobutanol. BUTALCO, 2008.
- 11/ Optimised Yeasts for the Production of Biofuels and Biochemicals. BUTALCO, 2008. [www.butalco.com](http://www.butalco.com)
- 12/ USA suchen Technologie für Biotreibstoffe. GERMANY TRADE&INVEST. 05.11.2009. [www.gtai.de](http://www.gtai.de)
- 13/ Biobutanol. [www.florento.com/html/uk](http://www.florento.com/html/uk)
- 14/ Biobutanol. [www.spiegel.de/wikipedia/Biobutanol.html](http://www.spiegel.de/wikipedia/Biobutanol.html)
- 15/ Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.- FNR, 164 S., 2009.
- 16/ Biokraftstoffe. Basisdaten Deutschland. Stand: Oktober 2009. FNR, 2009.
- 17/ Staatliche Beihilfe Nr. N 342/2006 - Österreich. Investitionsbeihilfe für die Errichtung einer Bioethanolanlage in Pischeldorf, Niederösterreich. EUROPÄISCHE KOMMISSION, Brüssel, den 31.VIII.2006. K(2006)3988.
- 18/ Kombination von Zucker- und Ethanolproduktion aus Zuckerrüben. Anklam Bioethanol GmbH, 2009.
- 19/ Rossijskaja Nacionalnaja Biotoplivnaja Associacija - [www.bioethanol.ru](http://www.bioethanol.ru)
- 20/ Informācija no analītisko rakstu saita – [www.abercade.ru](http://www.abercade.ru);
- 21/ [www.bp.com](http://www.bp.com)  
[www.butanol.com](http://www.butanol.com)  
[www.ethanol.org](http://www.ethanol.org)  
[www.bpdupontbiofuels.com](http://www.bpdupontbiofuels.com)  
[www.rangefuels.com](http://www.rangefuels.com)  
[www.coskata.com](http://www.coskata.com)  
[www.gevo.com](http://www.gevo.com)  
[www.topagrar.com](http://www.topagrar.com)  
[www.britishsugar.co.uk](http://www.britishsugar.co.uk)  
[www.spiegel.de](http://www.spiegel.de)



**Pieņemtie saīsinājumi.**

1 hl (Hektolitrs) = 0,1 m<sup>3</sup> = 100 litri  
1 m<sup>3</sup> (Kubikmetrs) = 1000 litri = 10 hl  
1 bbl (Britu barels) = 158,99 litri  
1 US-gallon (Galons) = 3,7854 litri  
1 l = 0,2641 US-gallons  
1 000 US-gallons = 37,85 hl = 3,79 m<sup>3</sup>  
1 bu = Amerikas bušelis = 35,239 litri  
1 lb = mārciņa = 0,454 kg

K = Kilo (Tūkstots) = 10 +3  
M = Mega (Miljons) = 10 +6  
G = Giga (Miljards) = 10 +9  
J = Džouls

1 ha (Hektārs) = 10 000 m<sup>2</sup> = 0,01 km<sup>2</sup>  
1 km<sup>2</sup> (Kvadrātkilometrs) = 100 ha  
CO<sub>2</sub> = Oglekļa dioksīds

**2009.gada 14.decembrī**